

[4, 5] жұмыста С.П. Тимошенконың гипотезаларына негізделген қабық теңдеулерінің толық жүйесі келтіріледі. Айнарудың инерциясын және қалыпты элементтің көлденең ауысуын ескеретін қабықшалар динамикасының нақтыланған теориясын пайдалану қазіргі заманғы техникада кеңінен қолданылатын полимерлік және композициялық материалдар ығысу деформациясына әлсіз кедергімен сипатталады, олар қабықшалардың классикалық теориясымен ескерілмейді, ал қарастырылатын тәсіл шеңберінде нөлдік емес мәндерді қабылдайды.

Түйін сөздер: екі өлшемді термотұтқырсерпімді толқындар, айырымдық схеманың орнықтылығы, айырымдық есептің шешімінің жинақтылығы, индентор, деформация, тензор, кернеу.

УРАВНЕНИЯ НЕОСЕСИММЕТРИЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ ОБОЛОЧЕК С ПРИСОЕДИНЕННЫМИ МАССАМИ

М.М. Букенов, Е.М. Мухаметов, Е.А. Оспанов, С.Т. Сулейменова

Тонкостенные оболочечные конструкции, способные выдерживать действие интенсивных внешних нагрузок, находят широкое и разнообразное применение в авиастроении, ракетной технике машиностроении, судостроении, строительстве и других отраслях народного хозяйства. Современные требования к снижению весовых показателей летательных и транспортных аппаратов, промышленных и гражданских сооружений при условии обеспечения необходимой прочности к надежности сделали расчет их напряженно-деформируемого состояния одной из актуальных проблем механики деформируемого твердого тела.

В последнее время наметилась устойчивая тенденция к проведению комплексных теоретико-экспериментальных исследований нестационарного деформирования реальных оболочечных конструкций, состоящих, как правило, из нескольких секций и характеризующихся наличием присоединенного груза, различного рода подкрепляющих элементов, ослабляющих отверстий и других усложняющих факторов. Необходимость адекватного описания динамического поведения оболочечных систем со сложными геометрической и реологической структурами приводит к математическим моделям, выходящим за рамки традиционных расчетных схем. Так, например, в [1] рассмотрено действие ударных волн на цилиндрической оболочке, на торцах которых находятся твердые тела с различными массами и моментами инерции. Численный анализ динамической реакции объектов выполнен в рамках нелинейной теории оболочек В.В.Новожилова.

Вибрационное состояние и амплитудно-частотные характеристики комбинированной оболочечно-стержневой конструкции с присоединенными массами численно исследовались в [2, 3].

В настоящей работе приводится полная система оболочечных уравнений, основанных на гипотезах С.П.Тимошенко [4, 5]. Использование уточненной теории динамики оболочек, учитывающей инерцию вращения и поперечный сдвиг нормального элемента, обусловлено тем, что полимерные и композиционные материалы, широко применяемые в современной технике, характеризуются слабым сопротивлением деформациям сдвига, которые не учитываются классической теорией оболочек, а в рамках рассматриваемого подхода принимают ненулевые значения.

Ключевые слова: двумерные термовязкоупругие волны, устойчивость разностной схемы, сходимость решения разностной задачи, индентор, деформация, тензор, напряжения.

МРНТИ: 50.47.29.

Б.Б. Оразбаев¹, Д.Р. Зинағабденова¹, К.Н. Оразбаева², Е.А. Оспанов³.

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ.

²Қазақ экономика, қаржы және халықаралық сауда университеті, Нұр-Сұлтан қ.

³Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті

ГАЗДЫ ТАРАТУ ЖӘНЕ ЕСЕПКЕ АЛУ ҮРДІСТЕРІНІҢ БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІН ТАЛДАУ, ОЛАРДЫ ЖЕТІЛДІРУ ТӘСІЛДЕРІ

Аңдатпа: Газды тарату және есепке алу үрдістерінің басқару жүйелерін талдау нәтижелері келтіріліп, анықсыздық пен бастапқы ақпараттың айқынсыздығы жағдайларында жұмыс жасау үшін талданған жүйелерді жетілдіру тәсілдемелері ұсынылған.

Газ тарату және есепке алу технологиялық үрдістерінің автоматтандырылған басқару жүйелерінің құрылымы сипатталған, мұндай жүйелердің негізгі элементтері мен ақпараттық ішкі жүйелері қарастырылған. Газды тасымалдау және тарату технологиялық үрдістерін автоматтандырылған басқару жүйелері тәжірибелік-өндірістік эксплуатациялау жайлы ақпаратты талдау нәтижесінде мұндай автоматтандыру жүйелері операторлардың көп қайталанып жасалынатын жұмыстарын минималды қылатыны анықталған, сөйкесінше

операторларға газды тасымалдау, тарату және есептеу үрдістерін басқару бойынша тиімді шешімдер қабылдауға көп уақыт бөлуге мүмкіндік береді. Газды тарату және есептеу автоматтандырылған жүйелері мүмкіндіктері мен функцияларын талдау нәтижелерінде зерттеліп, талданған жүйелерде газ балансын анықтау дәлдігі әлі де төмен екені анықталған. Бұл мәселені шешу үшін жұмыста аталған есепті шешуде тәжірибелі маман-эксперттерді қатыстыру, олардың білімін, тәжірибесін және түйсігін пайдалану арқылы шешу тәсілдемесі ұсынылады. Мұндай тәсілдеме анықсыздың бастапқы ақпараттың айқын еместігінен туындағанда есептің адекватты шешімін алуға мүмкіндік туғызады.

Түйін сөздер: басқару жүйесі, газды тарату және есепке алу үрдістері, газ балансы, жүйелік талдау, айқын емес ақпарат.

1. Кіріспе. Газ таратудың технологиялық үрдістерін басқарудың автоматтандырылған жүйелерінің құрылымы (ГТ ТҮ АБЖ) оның деңгейін анықтайтын келесі негізгі элементтерден тұрады: газ тарату жүйелеріндегі сыртқы желілер мен нысандардағы (ГТ ТҮ АБЖ төменгі деңгей) бақыланатын пункттер (БП); орталық диспетчерлік пункт (ОДП) (ГТ ТҮ АБЖ жоғарғы деңгей) [1].

ГТ ТҮ АБЖ жоғарғы деңгейі өзара жергілікті есептеуіш желі (ЖЕЖ) арқылы байланысқан бір немесе бірнеше автоматтандырылған жұмыс орны (АЖО) түрінде ОДП жүзеге асырылады. Егер көп деңгейлі ГТ ТҮ АБЖ құру қажет болса, БП жұмыстарын үйлестіретін аралық басқару пункттері (АБП) қарастырылады. АБП жұмыстарын ОДП үйлестіреді. АБП бір БП-мен орын ауыстыруына болады.

ГТ ТҮ АБЖ тиісті тапсырмаларды шешуді жүзеге асыратын, әртүрлі ақпараттық ішкі жүйелерді қамтиды [2, 3]:

1. Газ тарату үрдісін жедел басқару, бақылау пункттеріндегі өлшеу, бақылау, технологиялық параметрлерін өңдеу талаптарын жүзеге асырады;

2. Диспетчерлік персонал орнатқан тапсырмаларды орындау, бақылау пункттердегі технологиялық параметрлерін кезеңді түрде өлшеу және бақылау арқылы жүзеге асырылады;

3. Диспетчерлік персоналдың тапсырмасымен бақылау пункттеріндегі (таңдаулы) өлшеу және технологиялық параметрлерді бақылау, кез-келген уақытта орындалады;

4. Технологиялық жабдықтардың жағдайын жедел бақылау – ОДП төтенше және қалыптан тыс жағдайлар туралы ақпараттар беру;

5. Басқару пункттеріндегі технологиялық жабдықтардың жағдайын кезеңді бақылау;

6. Диспетчерлік персоналдың бастамасымен технологиялық жабдықтардың жағдайын көрсететін көрсеткіштерін өңдеу және бақылау.

Қарастырылған ГТ ТҮ АБЖ ақпараттық ішкі жүйелерді іске асыру үшін ГТ ТҮ АБЖ-нің төменгі деңгейіндегі автоматтандыру жабдықтарының кешені (АЖК), әдетте, келесі функцияларды қамтамасыз етуі керек:

1) Газды бақылау объектілерінің (ГБО) жұмысының келесі параметрлерінің мәндерін өлшеу:

– газ бақылау қондырғыларының әр кірісіндегі газ қысымы;

– газ шығынының әрбір өлшеу түйінінің алдындағы газ қысымы;

– газ шығынын өлшеу түйінінің әр тарылту құрылғысындағы газ қысымының төмендеуі немесе әр газ шығынын өлшеу түйіні үшін газ көлемі және т.б. [4];

2) газ бақылау қондырғысы жұмысының өлшенген мәндерін көрсетілген минималды және максималды мәндермен салыстыру, ауытқу мәндерін бекіту және сақтау;

3) газ бақылау қондырғысының технологиялық жабдықтарының күй параметрлерін бақылау: өшіру құрылғысының жағдайы; сүзгінің бітелуі (қалыпты / қалыптыдан жоғары / апат); қауіпсіздік-сөндіру клапанының күйі («жабық / ашық»); бөлменің газбен ластануы (қалыпты / қалыптыдан жоғары); үй-жайлардағы ауа температурасы. Бұл жағдайда, қарастырылып отырған технологиялық күй, өздеріңіз көріп отырғандай, қалыптыдан төмен типтегі айқын емес терминдермен, қалыпты, қалыптыдан жоғары және т.с.с. бағаланады;

4) технологиялық жабдықтың күйінің параметрлерінің белгіленген мәндерден ауытқуларын технологиялық жабдыққа арналған паспорттық мөлiметтерге сәйкес бақылау, ауытқуларды бекіту және сақтау;

5) газ бақылау қондырғысының әрбір өлшеу түйіні арқылы газдың шығыны мен мөлшерін есептеу;

6) келесі төтенше жағдайларда газ бақылау қондырғысының жұмысының технологиялық параметрлерін есте сақтау және автоматты түрде уақытымен жазып отыру:

- функционалдық блокқа енгізілген, газ шығынын есептеу нәтижелеріне әсер ететін мәліметтерді өзгерту;

- қысымның төмендеуі, қысым және температура датчиктерін калибрлеу режиміне кезекпен ауыстыру;

- қысымның төмендеуі, қысым және температура датчиктерін жұмыс режиміне ауыстыру;

- дифференциалды манометрлердің жұмыс ауқымынан тыс қысымның төмендеу мәндерінің ауытқуы (тарылту құрылғысын пайдалану кезінде) және т.б. [5];

7) газды басқару қондырғысына арналған автоматтандыру жабдықтарының жиынтығы жүйенің жоғарғы деңгейінде есептердің келесі түрлерін құрастыру үшін қажетті ақпаратты есте сақтап, газды басқару объектілерінің әрбір өлшеу қондырғысы үшін орталық басқару орталығына беруі керек: айлық, тәуліктік, сағаттық, жедел (шақыру бойынша).

ГТ ТУ АБЖ-де газ тарату технологиялық процесінің параметрлері орталық диспетчерлік пункттен командалық сигналдармен газ тарату жүйесінің газ қондырғыларына орнатылған басқару және атқарушы құрылғыларға әсер ету арқылы бақыланады [6].

Газ негізгі өнеркәсіптік энергия тасымалдаушы болғандықтан, оны әр түрлі саланың кәсіпорындары үшін есепке алу маңызды және кезек күттірмейтін міндет болып табылады [7, 8]. Сондықтан есептегіш құрылғыларды орнату, кәсіпорында газ шығынын бақылау мен есепке алудың автоматтандырылған жүйесін әзірлеу және енгізу бойынша қарқынды жұмыс жүргізілуде (ГЕБ АЖ). Мұндай жүйелер газ жүйесі үшін мәлімделген көрсеткіштерді дәлірек анықтауға, газдардың шамадан тыс шығындалу фактілерін тез анықтауға және жоюға, осындай жағдайлардың себептерін талдауға және технологиялық жабдыққа жеке бақылауды жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Осылайша, ГЕБ АЖ: өндірістік газдардың шығынын техникалық есепке алу; технологиялық газдардың қолданылуын жедел бақылау; кәсіпорынның бөлімшелері бойынша газ шығынын талдау; газдың мәлімделген және нақты тұтынылуы арасындағы сәйкессіздіктерді анықтау және артық шығындардың себептерін жедел жоюға арналған.

Бұл жұмыстың мақсаты – газ тарату және өлшеу процестерін басқарудың негізгі жүйелерін талдау және сипаттау және оларды жетілдіру тәсілдерін ұсыну.

2. Тапсырманы қою. Осы жұмыста осы мақсатқа жету үшін келесі негізгі міндеттер қойылып, шешіледі:

- газ тарату процестерін басқару жүйелері туралы әдебиеттерді қарау және талдау, соның ішінде шетелдік ақпарат көздері;

- газды есепке алу және баланстық жүйелер бойынша отандық және шетелдік көздерді қарау және талдау;

- газ тарату процесінің басқару және газды есепке алу мен баланстық жүйелерін талдау қортындылары бойынша оларды жетілдіру тәсілдерін ұсыну.

3. Тапсырмаларды шешу әдістері, алынған нәтижелер – газ тарату және есептеуді басқару жүйелері, интеллектуалды газды есептеу жүйелері

Алға қойылған міндеттерді шешу үшін сараптамалық бағалау, жүйелік талдау және әр түрлі автоматтандырылған газ тарату және өлшеу жүйелерін салыстыру әдістері қолданылады [9,10,11]. Газ тасымалдау қондырғыларының қолданыстағы автоматтандырылған жүйелері халықаралық стандарттарға толығымен сәйкес келетін бағдарламалық-техникалық құралдардың ашық архитектурасы негізінде жасалған [6, 12-14].

Жүйенің төменгі деңгейінде қолданыстағы кировский және бақылаушы жабдықтар біріктірілген, және SCADA Trace Mode жүйесі негізінде орындалатын диспетчердің өндірістік басқарудың автоматтандырылған жұмыс орындарында (диспетчердің АЖО) газ құбыры объектілерінің маңызды технологиялық параметрлерін бақылау жүзеге асырылады [14].

Жүйенің жоғарғы деңгейінде төменгі деңгейден шығатын технологиялық параметрлерді визуализация жасау және архивтеу, сондай-ақ бейнебақылаудың ішкі жүйесін қолдана отырып, ағымдағы жағдайды жедел бақылау және талдау жүзеге асырылады.

Талдау нәтижелері бойынша газды тасымалдау мен таратудың технологиялық процестерін басқарудың автоматтандырылған жүйелерінің келесі негізгі міндеттерін ажыратуға болады [15, 16]:

- Modbus деректерін жіберу протоколының көмегімен компрессорлық цехтың технологиялық параметрлерін бақылау;
- барлық деректерді орталық диспетчерлік қызметке жіберу;
- кәсіпорынның орталықтандырылған мәліметтер базасында технологиялық параметрлерді жинақтау және мұрағаттау;
- магистральдық газ құбыры операторының АЖО деңгейінде және орталық диспетчерлік қызмет диспетчерінің АЖО деңгейінде магистральдық газ құбырының күйін визуалдау;
- қажетті есептер мен қорытындыларды қалыптастыру;
- автоматтандырылған жүйенің барлық компоненттерінің жұмысын үздіксіз диагностикалау;
- газ тарату технологиялық процесін жедел басқару;
- технологиялық жабдықтың жай-күйін жедел бақылау ОДП төтенше және төтенше жағдайлар туралы ақпаратты жіберу;
- басқарылатын пункттердің технологиялық параметрлерін өлшеу және бақылау.

Газ тұтынуды бақылау және есепке алудың автоматтандырылған жүйелерімен жүзеге асырылатын негізгі міндеттер [8, 17, 18]:

- газдарды шамадан тыс тұтыну фактілерін жедел анықтау және жою;
- газды шамадан тыс тұтыну себептерін талдау;
- технологиялық жабдықтардың жұмысын бақылау;
- газды тұтынудың техникалық есебін жүргізу;
- технологиялық газдардың қолданылуын жедел бақылау;
- кәсіпорын бөлімдері бойынша газ шығынын талдау
- газдың мәлімделген және нақты тұтынылуы арасындағы сәйкессіздіктерді анықтау.

Газды тасымалдау және газ таратудың ГТ ТҮ АБЖ жасаған өндірістік тәжірибе жұмысы автоматтандыру жүйесі операторлардың мерзімді әрекеттерін барынша азайтып, газды тарату және өлшеу процестерін басқару бойынша тиімді шешімдер қабылдауға көп уақыт бөлуге мүмкіндік беретіндігін көрсетеді. Газды тасымалдау мен таратуға арналған ТҮБАЖ—нің (технологиялық үрдістерді басқарудың автоматтандырылған жүйесі) бағдарламалық-техникалық кешендері жұмыс кезінде сенімді және пайдалануда ыңғайлы [4, 8, 19, 20].

Газ тарату саласында өзінің дамуының қазіргі кезеңінде телеметрия және телемеханика белсенді түрде енгізілуде, бұл соңғы тұтынушыға газ тасымалдау процесінің қауіпсіздігін арттырады және техникалық қызмет көрсетуге байланысты шығындарды едәуір азайтады. Газ тарату желілері объектілерінде диспетчерлік басқару және деректерді жинау жүйелерінің құрылысы көп жағдайда өндірістік кәсіпорындағы технологиялық процестерді автоматтандыру мәселелерін шешуге ұқсас, бірақ соған қарамастан өзіндік ерекшеліктері бар. Мұндай жүйелерде өлшеуді ұйымдастыру және заманауи датчиктердің көмегімен газ шығынын есепке алу мәселелері шешіледі, сонымен қатар сымсыз байланыс каналы арқылы бақылау және өлшеу нүктелерінен басқару орталығына деректерді беру әдістері шешіледі. Қазіргі уақытта технологиялық үрдістерді басқарудың автоматтандырылған жүйесінің жобаланған байланыс архитектурасына интернет желісі енгізілуде.

Автоматтандыру жүйесіне арналған басқару алгоритмдері мен бағдарламалық жасақтамасын құрудың негізгі қағидалары тасымалдау процестерін басқару, газды тарату және есепке алу сапасының жақсаруын қамтамасыз етеді, сонымен қатар технологиялық және өндірістік процестерді басқару бойынша жедел шешімдер қабылдау уақытын қысқартады.

Газды есептеу жүйелері табиғи және сұйытылған газды сататын және беретін компаниялар үшін арнайы әзірленген [8,9,21]. Мұндай автоматтандырылған жүйелер газдың есебін жүргізуге, мәліметтерді өңдеуге және сақтауға қабілетті. Автоматтандырылған газды есептеу жүйелері газды тасымалдаумен және жеткізумен айналысатын ірі-кіші кәсіпорындардың қызметінде сәтті енгізілуде. Кәсіпорын қызметінің түріне байланысты жүйенің конфигурациясы өзгеруі мүмкін [22]. Бағдарламалық жасақтама әзірленуде, ол мәліметтер жинау мен өңдеудің көптеген функцияларын өзіне алып, топтың үйлесімді жұмысын ұйымдастырады. Автоматтандырылған жүйенің құрамына кіретін мұндай бағдарламалық өнімдер тапсырмалардың орындалу уақыты мен сапасын автоматты режимде бақылайды. Әдетте, бастау үшін қолда бар деректерді автоматтандырылған жүйеге

енгізу қажет. Одан әрі есептеулер, құжаттарды қалыптастыру және хабарламаларды тарату автоматты түрде жүреді.

Әдетте, газды есептеудің автоматтандырылған жүйесі мекен-жайы, байланыс деректері, есеп айырысу және төлем тарихы сияқты барлық абоненттер туралы деректерді сақтайды. Мұндай жүйелерге енгізілген іздеу және сүзу функциялары барлық қажетті ақпаратты жылдам табуға мүмкіндік береді. Коммерциялық газды есепке алудың белгілі жүйелері жеткізушілермен коммерциялық есеп айырысуға мүмкіндік береді [21]. Коммерциялық газды есептеу жүйесі тұтынылған табиғи газды өлшеп, төлемдер үшін түбіртектер мен шот-фактураларды қалыптастырады. Деректер базасында газ қондырғыларының жұмыс істеуі үшін қолданылатын құрылғылар туралы ақпарат сақталуы мүмкін. Бұл әр түрлі есептегіштер, датчиктер, шығын өлшегіштер және т.б. Коммерциялық газды есептеудің автоматтандырылған жүйесі табиғи газды есепке алу құралдарының дұрыс жұмыс істеуін бақылауға, тұтынылған табиғи газ мөлшері туралы ақпаратты өңдеуге және коммерциялық есептіліктің кез келген түрін жасауға мүмкіндік береді.

Табиғи газды есепке алу жүйесі газ тұтынушыларына автоматтандырылған ай сайынғы төлемдер жүргізіп, ілеспе құжаттаманы қалыптастырады. Есептеу, әдетте, белгіленген тарифтерге сәйкес жүреді. Өзгерген жағдайда жүйе автоматты түрде қайта есептейді. Хабарламаларды тарату сонымен қатар автоматты түрде, белгілі бір уақытта және ыңғайлы форматта жүзеге асырылады (электрондық пошта арқылы жіберу немесе контроллерлер қағаз түрінде жеткізеді). Табиғи газды тұтынғаны үшін төлем жасалмаған жағдайда, жүйе айыппұлды есептейді, қажет болған жағдайда абонент табиғи газ қызметінен ажыратылуы мүмкін.

Осылайша, газды есептеу және сатудың автоматтандырылған жүйелері кәсіпорынның тиімділігін талдауға, шығындарды оңтайландыруға және іске асыру процесінің әлсіз жақтарын анықтауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, автоматтандырылған жүйелер коммерциялық және бухгалтерлік есептілік пен құжаттаманың кез-келген түрін жасауға және сұраныс бойынша беруге қабілетті. Бұл шот-фактура, салыстыру ведомосі және есептеу журнал болуы мүмкін.

Қолданыстағы автоматтандырылған газ тарату және өлшеу жүйелерінің функционалдығын талдау нәтижесінде, бұл жүйелер, әдетте, газ балансын тиісті деңгейде есептемейтіндігін атап өтуге болады.

Бұл жұмыстың авторлары газды тарату және есепке алу кезінде газ балансының нақты жағдайын ескеретін автоматтандырылған жүйе құру арқылы газ балансын дұрыс есепке алу мәселесін шешуді жоспарлап отыр.

Сондай-ақ, қолданыстағы газды тарату және есептеудің автоматтандырылған жүйелері газ тарату және есептеу объектілері мен процестерінің детерминирленген нұсқасына негізделгені анықталды. Бірақ шын мәнінде газды тарату және есепке алу процесінде сенімді сандық ақпараттың болмауына байланысты белгісіздікті сипаттайтын жағдайлар туындауы мүмкін. Бұл жағдайда белгісіздік өлшеу арқылы алынған ақпараттың кездейсоқ табиғаты себеп болуы мүмкін, яғни, бастапқы статистикалық ақпарат ықтимал сипатта болады. Бұл жағдайда белгісіздік мәселесін шешу үшін белгілі ықтималдық әдістерін қолдану ұсынылады [23, 24].

Белгісіздік сонымен қатар бастапқы ақпараттың дұрыс еместігінен туындауы мүмкін, яғни, көбінесе табиғи тілдегі сөздермен, сөйлемдермен айтылатын газ тарату кәсіпорындарының мамандарының білімі, тәжірибесі, пікірлері. Яғни, бұл жағдайда сандық, өлшенетін ақпарат жоқ немесе әртүрлі себептермен мұндай ақпаратты жинау және өңдеу орынсыз экономикалық көзқарас болып табылады. Мұндай жағдайларда ықтималдықтар теориясының аксиомалары орындалмайды және ықтималдық әдістерін қолдану ақталмайды.

Кейбір түпнұсқа ақпарат тек айқын емес түрде болуы мүмкін. Бастапқы ақпараттың анықталмағандығы жағдайында біз газды тарату және есепке алу кезінде белгісіздік мәселесін айқын емес жиындар теориясының аппараты негізінде шешуді ұсынамыз [25, 27].

3. Нәтижелерді талқылау. Жалпыға қол жетімді газды тасымалдау және таратудың автоматтандырылған жүйелерінде жүргізілген талдаулардың нәтижелері бойынша олардың бағдарламалық және техникалық құралдардың ашық архитектурасы негізінде халықаралық стандарттарға сәйкес жасалғандығы анықталды. Мұндай жүйелер құрылымдық жағынан екі деңгейден тұрады: төменгі деңгей, онда бақылау-өлшеу құралдары және контроллер жабдықтар біріктірілген. Бұл деңгейде SCADA жүйелерінің негізінде жүзеге асырылатын

диспетчердің автоматтандырылған жұмыс орындарында газ құбыры мен газ тарату жүйелерінің негізгі технологиялық параметрлерін бақылау жүзеге асырылады. Мұндай жүйелердің жоғарғы деңгейінде төменгі деңгейден шығатын технологиялық параметрлерді визуалдау және архивтеу, сондай-ақ бейнебақылау ішкі жүйесін қолдана отырып, ағымдағы жағдайды жедел бақылау және талдау жүзеге асырылады.

Тасымалдау, тарату, сонымен қатар газды есепке алу процестерін басқарудың автоматтандырылған жүйелерінің көмегімен шешілетін негізгі міндеттер ерекшеленген. Газды тасымалдау мен таратуды басқарудың автоматтандырылған басқару жүйелерінің тәжірибелік-өндірістік жұмысының нәтижелерін талдау негізінде мұндай жүйелер технологиялық процестерді басқаратын адам операторының күнделікті әрекеттерін мейлінше азайтуға мүмкіндік беретіні анықталды. Нәтижесінде, олар газды тасымалдау, тарату және есепке алу процесін басқару бойынша тиімді шешімдер қабылдаумен және талдаумен байланысты негізгі міндеттерді шеше алады.

Газ тарату жүйелерінде және есепке алу жүйелерінде заманауи датчиктерді қолдана отырып, газды тұтынуды өлшеу және есептеуді ұйымдастыру мәселелері шешіледі, сондай-ақ сымсыз байланыс каналы арқылы бақылау және өлшеу нүктелерінен басқару орталығына деректерді беру әдістері шешіледі.

Қазіргі уақытта қашықтықтан бақылау мен басқарудың ыңғайлылығы үшін тарату мен есептеудің технологиялық процестерін автоматтандырылған басқару жүйесі жобаланған және құрылған коммуникациялық архитектурасына интернет желісі енгізілуде.

Коммерциялық газды есепке алудың автоматтандырылған жүйелері табиғи газды есептеу құралдарының дұрыс жұмыс істеуін бақылауға, тұтынылған табиғи газ мөлшері туралы ақпаратты өңдеуге мүмкіндік береді және коммерциялық есептіліктің кез келген түрін жүргізе алады.

Табиғи газды есепке алу жүйесі сонымен қатар газ тұтынушыларына автоматтандырылған ай сайынғы төлемдер жасауға және ілеспе құжаттама жасауға мүмкіндік береді.

Осылайша, газды есептеу және сатудың автоматтандырылған жүйелері кәсіпорынның жұмысының тиімділігін талдауға, шығындарды оңтайландыруға және сату процесінің әлсіз жақтарын анықтауға мүмкіндік береді.

Талданып отырған газ тарату және есептеу жүйелеріндегі анықталған қолайсыздықтар ретінде мыналар атап өтілді: газ балансын анықтаудың жеткіліксіздігі. Бұл мәселені шешуге тәжірибелі мамандарды, олардың білімін, тәжірибесін және интуициясын тарту ұсынылады. Бұл тәсіл бастапқы ақпараттың айқын еместігіне байланысты белгісіздік туындаған кезде адекватты шешімдер алуға мүмкіндік береді.

4. Қорытынды.

Газды тарату мен есепке алудың технологиялық процестерін басқарудың автоматтандырылған жүйелерінің құрылымына, негізгі элементтеріне және ақпараттық ішкі жүйелеріне сипаттама берілген. Газ тасымалдау және тарату қондырғыларының автоматтандырылған жүйелерінің төменгі және жоғарғы деңгейлерінің қызметіне талдау жүргізіліп, газ тарату мен есепке алудың автоматтандырылған жүйелерінің негізгі міндеттері көрсетілген.

Газды тасымалдау мен таратуды басқарудың автоматтандырылған басқару жүйелерінің тәжірибелік-өндірістік жұмысының нәтижелерін талдау негізінде мұндай жүйелер технологиялық процестерді басқаратын адам операторының күнделікті әрекеттерін мейлінше азайтуға мүмкіндік беретіні анықталды. Бұл өз кезегінде операторларға газды тасымалдау, тарату және есепке алу процестерін басқару бойынша тиімді шешімдер қабылдауға көп уақыт бөлуге мүмкіндік береді.

Газ тарату желілері объектілеріндегі диспетчерлік басқару және мәліметтер жинау жүйелері кәсіпорындардағы технологиялық процестерді автоматтандыру мәселесін шешуге ұқсас, бірақ олардың өзіндік ерекшеліктері бар. Мысалы, мұндай жүйелерде өлшеу және газ шығынын есепке алуды ұйымдастырудағы мәселелерді заманауи датчиктерді қолдану арқылы шешіледі. Сонымен қатар оларда бақылау-өлшеу пункттерінен диспетчерге деректерді беру әдістері сымсыз байланыс каналы арқылы жүзеге асырылады және газды тарату мен есепке алудың технологиялық процесі үшін автоматтандырылған басқару жүйесінің коммуникациялық архитектурасына интернет енгізілген.

Автоматизированные газоды есепке алу және сату жүйелері кәсіпорынның жұмысының тиімділігін талдайды, шығындарды оңтайландырады, сонымен қатар олар сұраныс бойынша кез-келген коммерциялық және бухгалтерлік есеп пен құжаттаманы шығаруға қабілетті. Белгісіздіктерді тудыратын негізгі себептер анықталып, белгісіздік түрлері қарастырылып, осы мәселелерді шешуде қолданылатын әдістер сипатталған.

Әдебиеттер

1. Автоматизированная система управления технологическим процессом распределения газа. Руководство по эксплуатации. ОАО «ЦС «Звездочка», г. Северодвинск, – 2014 г. – 44 с.
2. Krymsky V.G., Zhalbekov I.M., Imilbaev R.R., Yunusov A.R. Automation of technological process control in gas distribution networks: challenges, trends and perspectives // Information complexes and systems Информационные комплексы и системы. 2015. – V.9. № 2. – P.22-38.
3. Mokhatab S. Handbook of natural gas transmission and processing / S. Mokhatab, W.A. Poe, J.S. Speight. – Elsevier, 2006. – 636 p.
4. Унифицированные технические решения для создания АСУ ТП объектов газораспределительных сетей: ОАО «Газпромрегион-газ». – СПб, 2011. – 39 с.
5. Андреев Е.Б. Автоматизация технологических процессов добычи и подготовки нефти и газа: учебное пособие для вузов / Андреев Е.Б., Ключников, А.В. Кротов, В.Е. Попадью, И.Я. Шарова: – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2008. – 399 с.
6. СНиП 42-01-2002. Газораспределительные системы. – М.: ФГУП ЦПП, 2005. – 33 с.
7. СТО Газпром 5.32-2009. Обеспечение единства измерений. Организация измерений природного газа. – М.: ООО «Газпром экспо», 2010. – 90 с.
8. Васютинский В. Системы коммерческого учета и сбора данных существующей газовой инфраструктуры: шаг к эффективному распоряжению ресурсами / В. Васютинский, А. Ткалич // Сфера нефтегаз. 2010. № 3. – С. 28-30.
9. Sabzi H.Z. Developing an intelligent expert system for streamflow prediction, integrated in a dynamic decision support system for managing multiple reservoirs: a case study // Expert systems with applications. 2017. – V. 82. № 3. – P. 145.
10. Асланов М. Системный анализ и принятие решений в деятельности учреждений реального сектора экономики, связи и транспорта: учебное пособие /М. Асланов, А.Шатраков. – М.: Экономика, 2010. – 406 с.
11. Рыков А.С., Оразбаев Б.Б. Системный анализ и исследование операции: Экспертные оценки. Методы и применение: учеб. пособие / А.С. Рыков, Б.Б. Оразбаев. – М.: МИСиС, 1995. – 115с.
12. Приборы и средства автоматизации. Т. 4. Системы коммерческого учета энергоресурсов: отраслевой промышленный каталог. – М., 2006. – 110 с.
13. ГОСТ Р 50818-95. Счетчики газа объемные диафрагменные. Общие технические требования и методы испытаний.
14. Knapp E.D. Industrial network security: securing critical infrastructure networks for Smart Grid, SCADA and other industrial control systems / E.D. Knapp. – Syngress, 2011. – 360 p.
15. Юнусов А.Р. Автоматизация и телемеханизация ТП на базе Internet-программирования: опыт внедрения в ОАО «Газ-сервис» / А.Р. Юнусов // Автоматизация в промышленности. – 2011. – № 2. – С. 43-45.
16. Юнусов А.Р. Автоматизация и телемеханизация процесса газораспределения без применения традиционных SCADA-пакетов (опыт ОАО «Газ-сервис») / А.Р. Юнусов // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2010. № 12. – С. 8-12.
17. Galloway B. Introduction to Industrial Control Networks / B. Galloway, G.P. Hancke // IEEE Communications Surveys and Tutorials. 2012. V. 99. – P. 1-21.
18. Данилов А.А. Газораспределительные станции: учебное пособие // СПб: Недра, 1997. – 230 с.
19. Stouffer K. Guide to industrial control systems security / K. Stouffer, J. Falco, K. Scarfone. –NIST special publication 800-82. – 2011. – 155 p.
20. Киселев В.А Программное обеспечение многоканального измерительного комплекса «GiperFlo-3ПМ» // Информационные комплексы и системы. 2018. – № 3. – С. 32-48.
21. Ярцев А.В., Синютин Е.С. Обзор типов и параметров приборов учёта расхода газа, применяемых в автоматизированных системах учёта энергоресурсов // Инженерный вестник Дона. 2017. – № 4. – С. 57-72.
22. Даев Ж.А. Сравнительный анализ методов и средств измерения расхода газа. // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2010. №1. URL: ogbus.ru/authors/Daev/Daev_2.pdf (дата обращения: 26.10.2019).
23. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. для вузов / В.Е. Гмурман. -М.: Высшее образование. 2006, – 479 с.

24. Zhao Zhi-Wen, Wang De-Hui. Statistical inference for generalized random coefficient autoregressive model // Mathematical and Computer Modelling. 2012. V.56. – P.152–166.
25. Dubois D. The role of fuzzy sets indecision sciences: Old techniques and new directions // Fuzzy Sets Systems, 2011, v.184, №5, p.3-28.
26. Рыжов А.П. Теория нечетких множеств и ее приложений. М.: Изд-во МГУ, 2017. – 115 с.
27. Оразбаев Б.Б. Теория и практика методов нечетких множеств. – Алматы: Изд-во «Бастау», 2014. – 455 с.

АНАЛИЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УЧЕТА ГАЗА, ПОДХОДЫ К ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ

Б.Б. Оразбаев, Д.Р. Зинағабденова, К.Н. Оразбаева, Е.А.Оспанов

Приведены результаты анализа систем управления процессами распределения и учета газа, а также предложены подходы к их совершенствованию для работы в условиях неопределенности и нечеткости исходной информации.

Описана структура автоматизированных систем управления технологическими процессами распределения и учета газа, рассмотрены основные элементы и информационные подсистемы таких систем. Рассмотрены функции нижнего и верхнего уровней автоматизированных систем объектов транспортировки и распределения газа, основные задачи автоматизированных систем распределения и учета газа. В результате анализа информации о опытно-промышленной эксплуатации автоматизированных систем управления технологическими процессами транспортировки и распределения газа определено, что такие системы автоматизации минимизирует рутинные работы операторов, соответственно им дает возможность уделять больше времени на принятие эффективных решений по управлению процессами транспортировки, распределения и учета газа.

По результатам анализа функции и возможности автоматизированных систем распределения и учета газа определено, что в изученных системах точность определения баланса газа еще низкие. Для решения этой проблемы в работе предлагается привлечь при решении данной задачи опытных специалистов-экспертов, их знания, опыт и интуиции. Данный подход позволяет получить адекватные решения, когда неопределённость вызвана из-за нечеткости исходной информации.

Ключевые слова: система управления, процессы распределения и учета газа, баланс газа, системный анализ, нечеткая информация.

ANALYSIS OF CONTROL SYSTEMS FOR GAS DISTRIBUTION AND METERING PROCESSES, APPROACHES TO THEIR IMPROVEMENT

B. Orazbayev, D. Zinagabdenova, K. Orazbayeva, Ye. Ospanov

The results of the analysis of gas distribution and metering process control systems are presented, as well as approaches to their improvement for working in conditions of uncertainty and fuzziness of the initial information are proposed.

The structure of automated control systems for technological processes of gas distribution and metering is described, the basic elements and information subsystems of such systems are considered. As a result of the analysis of information about the pilot operation of automated control systems for the technological processes of gas transportation and distribution, it is proved that such automation systems minimize the routine of operators, and therefore they are given the opportunity to devote more time to making effective decisions on the management of gas transportation, distribution and metering processes. Based on the analysis of the functions and capabilities of automated gas distribution and metering systems, it was determined that in the systems studied, the accuracy of determining the gas balance is still low. To solve this problem, it is proposed to attract experienced specialists, their knowledge, experience and intuition in solving this problem. This approach allows us to obtain adequate solutions when the uncertainty is caused due to the fuzziness of the initial information.

Key words: control system, gas distribution and metering processes, gas balance, system analysis, fuzzy information.